

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-164596

(43)Date of publication of application : 07.06.2002

(51)Int.Cl. H01S 3/131
 H01S 3/00
 H01S 3/094
 H01S 3/23

(21)Application number : 2000-357787

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 24.11.2000

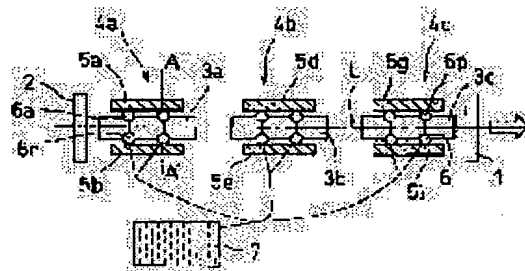
(72)Inventor : AKIYAMA YASUHIRO

(54) SOLID-STATE LASER DEVICE AND LASER PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser device, together with a laser processing device using it, where, being as a solid-state laser device of multi-rod method, excitation modules are balanced for well oscillation.

SOLUTION: Around solid-state laser media 3a, 3b, and 3c separated each other, a plurality of monitor means 6a, and 6b-6r are provided to detect fluorescence emitted from the solid-state laser media 3a, 3b, and 3c.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-164596
(P2002-164596A)

(43) 公開日 平成14年6月7日(2002.6.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 S 3/131		H 0 1 S 3/131	5 F 0 7 2
3/00		3/00	B
3/094		3/23	
3/23		3/094	S

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全5頁)

(21) 出願番号 特願2000-357787(P2000-357787)

(22) 出願日 平成12年11月24日(2000.11.24)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 秋山 靖裕

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術センター内

(74) 代理人 100081732

弁理士 大胡 典夫 (外2名)

Fターム(参考) 5F072 AB01 AK01 HH06 JJ04 JJ05

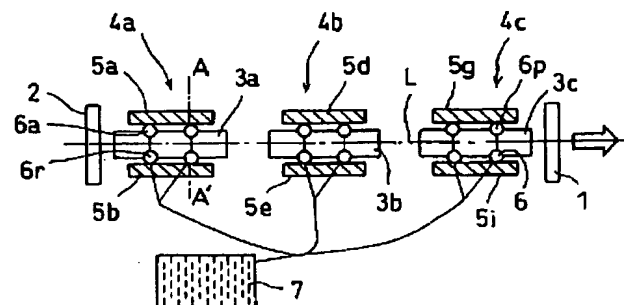
KK01 KK30 PP07 YY06

(54) 【発明の名称】 固体レーザー装置およびレーザー加工装置

(57) 【要約】

【課題】 マルチロッド方式の固体レーザー装置で、各励起モジュールのバランスを保って良好な発振をおこなうレーザー装置とそれを用いたレーザー加工装置を提供すること。

【解決手段】 固体レーザー媒質3a、3b、3cの離間した周囲に、固体レーザー媒質3a、3b、3cから発する蛍光を検出するための複数のモニタ手段6a、6b～6rが設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固体レーザ媒質をその周囲に離間して配置した複数のレーザダイオードで光励起させる固体レーザ装置において、

前記固体レーザ媒質の離間した周囲には、前記固体レーザ媒質から発する蛍光を検出するための複数のモニタ手段が設けられていることを特徴とする固体レーザ装置。

【請求項 2】 前記モニタ手段からの蛍光の検出結果にもとづいて前記レーザダイオードの電流を調整して光励起量を制御するように構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の固体レーザ装置。

【請求項 3】 前記固体レーザ媒質は、複数備わり、かつ、直列に配設されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の固体レーザ装置。

【請求項 4】 直列に配設されている複数の前記固体レーザ媒質個々の光励起量が等しくなるように構成されていることを特徴とする請求項 3 記載の固体レーザ装置。

【請求項 5】 前記モニタ手段はフォトダイオードを用いていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 3 記載の固体レーザ装置。

【請求項 6】 前記固体レーザ媒質は YAG ロッドであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 3 記載の固体レーザ装置。

【請求項 7】 レーザ装置に請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の固体レーザ装置を用いていることを特徴とするレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、固体レーザ媒質を光励起してレーザ光を発生させる固体レーザ装置およびそれを用いたレーザ加工装置に関する。

【0002】

【従来技術】 一般に、固体レーザ装置は固体レーザ媒質としてのレーザロッドを具え、このレーザロッドをランプや LD（レーザダイオード）等の励起手段によって光励起することでレーザ光を発生している。したがって、レーザロッドを光共振器内に配置すれば、このレーザロッドから発生したレーザ光が、光共振器によって増幅されて発振して出力される。

【0003】 このような固体レーザ装置においては、大きなレーザ出力を取り出すためには、光共振器内に複数のレーザロッドを直列に並べるマルチロッド方式が採用される。例えば、特開平 8-250797 号公報に開示された技術においては、光共振器内に複数のレーザロッドを直列に配置し、高出力で高品質なレーザビームを取り出す方法が開示されている。なお、ここでは、レーザロッドの中の熱複屈折効果を補償する為に、共振器内に補償光学系が挿入されている。

【0004】 また、実用新案第 2524199 号公報に開示された技術では、大出力レーザビームを取り出すた

めに、複数のレーザロッドを直列に配置したマルチロッド方式の共振器が開示されている。ここでは、レーザロッドの一部の曲率を凹面とすることにより、安定した出力を取り出すように工夫されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 固体レーザ装置では、励起エネルギーによって、レーザ光発生用のレーザロッドが加熱されてその温度が高くなるために、熱膨張差の発生や内部応力による屈折率の変化等にもとづいて、光学的に凸レンズの性質を持つ熱レンズ効果という現象が起こりやすい。特に、複数のレーザロッドを直列に配置したマルチロッド方式では、それぞれのレーザロッド間のレーザ光のパスが、光軸に対して屈折角を持つようになり、それにより、光共振器としての所定の機能が得られなくなる。

【0006】 そのため、マルチレーザロッドから高出力のレーザビームを取り出すためには、各レーザロッドと励起手段で形成した励起モジュールの熱レンズ効果のバランスを調整し、各励起モジュールの熱レンズ効果を常に一定にする必要がある。

【0007】 特に、励起モジュールの励起手段に LD を用いる場合は、LD 個々の経時的な劣化の差により、励起モジュールの熱レンズ効果のバランスが崩れることが発生して、良好な光共振器としての機能が得られなくなる。

【0008】 これについて、上述の特開平 8-250797 号公報に開示された技術や、実用新案第 2524199 号公報に開示された技術は、何れも励起手段自体は、正常にバランスして作用していることを前提としている技術であるので、励起手段の経時変化で発生するバランスの崩れに対しての配慮はなされていない。したがって、これらの励起手段の経時変化に対しては、十分に対処することはできない。

【0009】 本発明は、これらの事情にもとづいてなされてもので、マルチロッド方式の固体レーザ装置で、各励起モジュールのバランスを保って良好な発振をおこなうレーザ装置とそれを用いたレーザ加工装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 の発明による手段によれば、固体レーザ媒質をその周囲に離間して配置した複数のレーザダイオードで光励起させる固体レーザ装置において、前記固体レーザ媒質の離間した周囲には、前記固体レーザ媒質から発する蛍光を検出するための複数のモニタ手段が設けられていることを特徴とする固体レーザ装置である。

【0011】 また請求項 2 の発明による手段によれば、前記モニタ手段からの蛍光の検出結果にもとづいて前記レーザダイオードの電流を調整して光励起量を制御するように構成されていることを特徴とする固体レーザ装置

である。

【0012】また請求項3の発明による手段によれば、前記固体レーザ媒質は、複数備わり、かつ、直列に配設されていることを特徴とする固体レーザ装置である。

【0013】また請求項4の発明による手段によれば、直列に配設されている複数の前記固体レーザ媒質個々の光励起量が等しくなるように構成されていることを特徴とする固体レーザ装置である。

【0014】また請求項5の発明による手段によれば、前記モニタ手段はフォトダイオードを用いていることを特徴とする固体レーザ装置である。

【0015】また請求項6の発明による手段によれば、前記固体レーザ媒質はYAGロッドであることを特徴とする固体レーザ装置である。

【0016】また請求項7の発明による手段によれば、レーザ装置に上記の固体レーザ装置を用いていることを特徴とするレーザ加工装置である。

【0017】なお、本願発明において蛍光とは、広義に励起状態から基底状態に電子が遷移するときに放出される光のことを意味する。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0019】固体レーザ装置の励起モジュールでは、レーザ励起光量とレーザロッドからの蛍光とが比例していることを発明者は確認している。したがって、レーザロッドの各周方向からの蛍光量が等しければ、光軸を中心にレーザロッドからの励起光量が全周にわたって等しく分布していることを確認できる。それにより、レーザロッドが熱レンズ効果の影響を受けているか否かも確認できる。

【0020】レーザロッドの各周方向からの蛍光量の検出には、レーザロッドの周囲の所定個所にPD（フォトダイオード）を配置することで検出をおこなうことができる。

【0021】一方、通常のLDは、1万時間から2万時間程度で劣化が発生している。したがって、最初の状態では、熱レンズ効果の影響を受けていないレーザロッドも、経時的に熱レンズ効果の影響を受けることになるので、本発明では、それを常時監視して正確に把握して、LD電源からの各LDへの電流値を制御したり、また、劣化したLDを交換して対処し、レーザロッド内の励起分布を均一にし、レーザロッドの励起が偏りのない励起モジュールを形成している。

【0022】これらにより、単独の励起モジュールについての励起の偏りを調整することができる。

【0023】また、複数の励起モジュールを直列に接続して高出力のレーザ装置を構成した場合は、個々の励起モジュールごとにレーザロッド内の励起分布を均一に調整し、さらに、励起モジュール相互間のバランス調整を

おこなって、高出力の固体レーザ装置を得ることができる。

【0024】図1は、本発明の実施の形態を示すLD励起による複数の励起モジュールを直列に接続した固体レーザ装置の構成を示す模式側面図である。また、図2は、そのA-A'正面図である。

【0025】固体レーザ装置は、光共振器を形成する出力ミラー1と全反射ミラー2との間の光軸L上に、3本のYAGロッドであるレーザロッド3a、3b、3cを具えた励起モジュール4a、4b、4cが直列に配置されている。この励起モジュール4a、4b、4cは、各レーザロッド3a、3b、3cの外周の離間した位置に、それぞれ、120度間隔で3つの励起手段であるLD5a、5b～5iと、励起モニタであるPDとがそれぞれ配設されている。なお、各LD5a、5b～5iと各PD6a、6b～6iとは、それぞれ、60度ずつの位相の位置関係で配設されている。各LD5a、5b～5iはLD5a、5b～5i電源に接続されている。また、PD6a、6b～6rの受光面側には可視光領域の波長を吸収する光学フィルタ（不図示）が設けられている。

【0026】これらの構成により、レーザロッド3a、3b、3cが、その周囲の3方向からLD電源7に接続されたLD5a、5b～5iにより励起され、その励起光は光共振器によって増幅されて発振し、出力ミラー1から出力される。

【0027】励起モニタであるPD6a、6b～6rは、レーザロッド3a、3b、3cの周囲の3方向に配置されており、レーザロッド3a、3b、3cから発する蛍光を検出している。その検出により、レーザロッド3a、3b、3cの励起量をモニタしている。また、PD6a、6b～6rから得られた信号は演算・制御部（不図示）により演算処理され、各レーザロッド3a、3b、3cの熱レンズが均一になるようにLD5a、5b～5iの励起量が調整される。

【0028】図3は、レーザロッド3a、（3b、3c）の励起の偏りを、3方向からモニタした際の概念図である。例えば、レーザロッド3aの励起分布に、図3に示すような偏りが生じている場合、各PD6a、6b、6cによるモニタの受光量が異なる。すなわち、PD6a、6bの受光量は、PD6cの受光量より多くなる。これにより、レーザロッド3a内の不均一な励起分布をモニタすることができる。

【0029】このモニタ結果から、各モニタの出力値が等しくなるように、LD電源7からの各LD5a、5b、5cへの電流値を制御して、LD5a、5b、5cの励起量を調整することにより、レーザロッド3a内の励起分布を均一にすることができる。

【0030】次に、マルチレーザロッド3a、3b、3cから高出力レーザビームを取り出すためには、各励起

5

モジュール 4 a、4 b、4 c の熱レンズ効果を一定にする必要がある。そのために、各励起モジュール 4 a、4 b、4 c の熱レンズ効果のバランスを調整する。このバランスの調整は、各励起モジュール 4 a、4 b、4 c で PD 6 a、6 b ~ 6 r によるモニタの出力値の総和値、もしくは、平均値が各励起モジュール 4 a、4 b、4 c 間で等しくなるように励起量を調整することにより実現できる。

【0031】なお、LD 5 a、5 b ~ 5 i の励起量の調整は、LD 電源 7 からの各 LD 5 a、5 b ~ 5 i への電流値を制御しておこなう。これらにより、レーザ装置から高出力レーザビームを高効率で取り出すことが可能になる。

【0032】なお、レーザロッド 3 a、3 b、3 c から発する蛍光をより精密に検出するためには、図 4 に示すように、光共振器の光軸上にシャッタ 8 を設けて、シャッタ 8 を閉じた際の発振がおこなわれていないタイミングでモニタにより検出すればよい。なお、図 4 は、図 1 にシャッタ 8 を追加したものであるため、図 1 と同一符号は、同一機能部品を示し、その個々の説明を省略する。

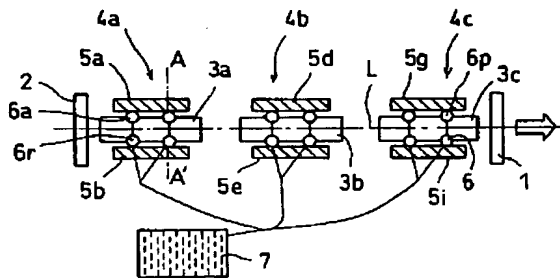
【0033】上述のように、レーザロッド 3 a、3 b、3 c の熱レンズ作用をモニタし、その結果にもとづいて、複数のレーザロッド 3 a、3 b、3 c の励起入力を調整することにより、安定した高出力レーザビームを取り出すことができる。

【0034】なお、上述のレーザロッド 3 a、3 b、3 c として YAG レーザロッド 3 a、3 b、3 c を用いたが、ルビーロッド等の他の固体レーザ媒質を用いることもできる。

【0035】また、上述のレーザロッド 3 a、3 b、3 c の形状は、円柱状であったが、スラブレーザに対しても、同様に本発明の調整法を適用することができる。

【0036】次に、本発明のレーザ装置を用いたレーザ

【図 1】



6

加工装置について説明する。

【0037】図 5 は、本発明のレーザ装置を用いたレーザ加工装置の模式図である。上述のレーザ装置により構成されているレーザ発振器 11 の出力側の光軸上の所定個所には、光ファイバ入射用レンズ 12 が配置されている。この光ファイバ入射用レンズ 12 の焦点の位置には光ファイバ 13 の端面が光ファイバ固定ユニット 14 により固定されている。また、光ファイバ 13 の他端には加工用集光レンズ（不図示）を具えた加工ヘッド 15 が接続されている。

【0038】これらの構成では、レーザ発振器 1 から放射されたレーザビーム L₅ は、被加工体 16 の所定個所に照射することで、被加工体 16 に対して、所定の熱加工（たとえば、溶接、切断又は焼入れ等）を施すことができる。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、経時的に安定した高出力のレーザ装置と、それを用いたレーザ加工装置を形成することができる。

20 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の固体レーザ装置の構成を示す模式側面図。

【図 2】図 1 の部分正面図。

【図 3】レーザロッドを、3 方向からモニタした際の概念図。

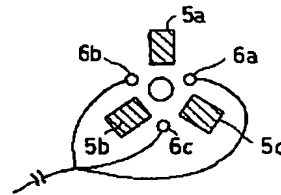
【図 4】本発明の実施の固体レーザ装置の変形例の構成を示す模式側面図。

【図 5】本発明のレーザ装置を用いたレーザ加工装置の模式図。

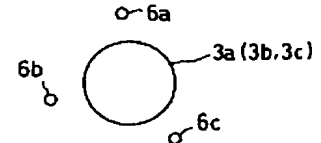
30 【符号の説明】

1 …出力ミラー、2 …全反射ミラー、3 a、3 b、3 c …レーザロッド、4 a、4 b、4 c …励起モジュール、5 a、5 b ~ 5 i …LD、6 a、6 b ~ 6 r …PD

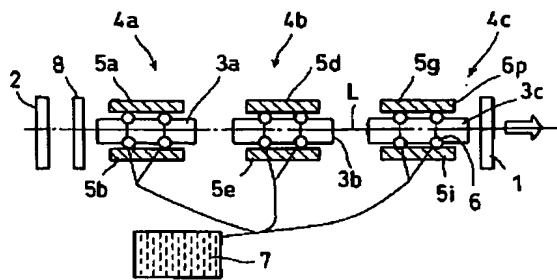
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

